

CLIPPEDIMAGE= DE019854912A1
PUB-NO: DE019854912A1
DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 19854912 A1
TITLE: TITLE DATA NOT AVAILABLE

PUBN-DATE: July 1, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
YOSHIDA, RYUHEI	JP
WAJIMA, MASAYA	JP
SAKAI, KENICHI	JP

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MURATA MANUFACTURING CO	JP

APPL-NO: DE19854912
APPL-DATE: November 27, 1998

PRIORITY-DATA: JP34679997A (December 16, 1997)
INT-CL (IPC): H03H009/15; H03H009/125
EUR-CL (EPC): H03H009/13; H03H009/17



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 54 912 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
H 03 H 9/15
H 03 H 9/125

②1 Aktenzeichen: 198 54 912.1
②2 Anmeldetag: 27. 11. 98
④3 Offenlegungstag: 1. 7. 99

DE 198 54 912 A 1

③0 Unionspriorität:
9-346799 16. 12. 97 JP
⑦1 Anmelder:
Murata Mfg. Co., Ltd., Nagaokakyo, Kyoto, JP

⑦4 Vertreter:
Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel,
80538 München

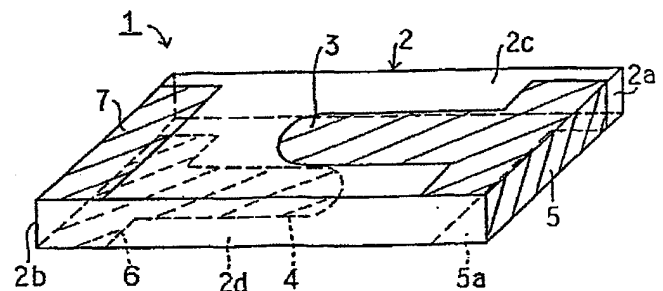
⑦2 Erfinder:
Yoshida, Ryuhei, Nagaokakyo, Kyoto, JP; Wajima,
Masaya, Nagaokakyo, Kyoto, JP; Sakai, Kenichi,
Nagaokakyo, Kyoto, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Piezoelektrischer Resonator

⑤7 Die Erfindung betrifft einen piezoelektrischen Resonator, der dazu angepaßt ist, eine dritte Oberwelle im Dickendehnungsschwingungsmodus zu erzeugen, wobei die Oberwelle aus dem Vibrationsbereich abgeleitet und wirksam unterdrückt wird. Der piezoelektrische Resonator umfaßt einen Vibrationsbereich, in dem sich Schwingungselektroden (3, 4) auf der Mitte einer piezoelektrischen Platte (2) gegenüberliegen, Ableitelektroden (5, 6), die mit den Schwingungselektroden (3, 4) elektrisch verbunden sind, und eine schwimmende Elektrode (7), die entlang oder in der Nähe der Kante der kurzen Seite (2b) auf mindestens einer Hauptfläche (2c, 2d) der piezoelektrischen Platte (2) angeordnet ist.



: 198 54 912 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen piezoelektrischen Resonator, der dazu angepaßt ist, eine dritte Oberwelle im Dickendehnungsschwingungsmodus zu erzeugen, und betrifft insbesondere einen piezoelektrischen Resonator, bei dem die Verwendung einer schwimmenden Elektrode die Unterdrückung der Grundwelle ermöglicht.

Unter piezoelektrischen Resonatoren, die im Dickendehnungsschwingungsmodus schwingen, wurden solche piezoelektrischen Resonatoren vorgeschlagen, die harmonische Schwingungen oder Oberwellen dieses Schwingungsmodus verwenden, um piezoelektrische Resonatoren für höhere Frequenzen herzustellen.

Zum Beispiel wird in der ungeprüften japanischen Patentveröffentlichung Nr. 9-181556 ein piezoelektrischer Wandler beschrieben, der dazu angepaßt ist, eine dritte Oberwelle im Dickendehnungsschwingungsmodus zu erzeugen. Fig. 11 ist eine ebene Draufsicht auf einen piezoelektrischen Wandler, wie er in der JP 9-181556 beschrieben ist. In dem piezoelektrischen Wandler 51 ist eine sich von der Mitte zum Endbereich 52a eines piezoelektrischen Substrats 52 hin erstreckende Schwingungselektrode 53 auf einer ersten Hauptfläche des streifenförmigen piezoelektrischen Substrats 52 angeordnet. Auf einer zweiten Hauptfläche des piezoelektrischen Substrats 52 befindet sich eine Schwingungselektrode 54, die sich von der Mitte zum Endbereich 52b hin erstreckt. Die Schwingungselektroden 53 und 54 sind im mittleren Bereich des piezoelektrischen Substrats so angeordnet, daß sie sich getrennt durch das piezoelektrische Substrat 52 gegenüberliegen. Der Bereich, in dem sich die Schwingungselektroden 53 und 54 gegenüberliegen, definiert einen Vibrationsbereich, und das Anlegen einer Wechselspannung zwischen den Schwingungselektroden 53 und 54 führt dazu, daß der Vibrationsbereich im Dickendehnungsschwingungsmodus schwingt.

Da die dritte Oberwelle im Dickendehnungsschwingungsmodus benutzt wird, ist es notwendig, die Grundwelle als unerwünschte Störkomponente zu unterdrücken. Daher werden Dämpfungsschichten 55 und 56 auf die erste Hauptfläche des piezoelektrischen Substrats 52 aufgebracht. Danach werden die Dämpfungsschichten 55 und 56 jeweils zwischen dem oben erwähnten Vibrationsbereich und dem Endbereich 52a und zwischen dem Vibrationsbereich und dem Endbereich 52b angebracht.

Ebenso werden zwei Dämpfungsschichten, zwischen denen sich der Vibrationsbereich befindet, auf der zweiten Hauptfläche des piezoelektrischen Substrats 52 angebracht. Jede Dämpfungsschicht auf der zweiten Hauptfläche ist so angeordnet, daß sie jeweils den Dämpfungsschichten 55 und 56 auf der ersten Hauptfläche gegenüberliegt.

Die Dämpfungsschichten 55 und 56 sowie die Dämpfungsschichten, die auf der zweiten Hauptfläche liegen, bestehen beispielsweise aus wärmehärtbaren Epoxidharzen, Phenolharzen, Lötmetall u. a.. In der JP 9-181556 wird beansprucht, daß beim piezoelektrischen Wandler 51 die Schwingung der dritten Oberwelle im Bereich zwischen der Dämpfungsschicht 55 und der Dämpfungsschicht 56 verteilt werden kann, daß die Grundwelle wirkungsvoll von den Dämpfungsschichten 55 und 56 unterdrückt werden kann und anderes.

Andererseits wird in der ungeprüften japanischen Patentveröffentlichung Nr. 4-21 6208 ein piezoelektrischer Resonator beschrieben, der dazu angepaßt ist, die dritte Oberwelle im Dickendehnungsschwingungsmodus zu erzeugen, wobei die Verwendung einer schwimmenden Elektrode es ermöglicht, von der Grundwelle verursachte Störkomponenten zu unterdrücken. Der in der JP 4-21 6208 beschriebene

piezoelektrische Resonator ist in Fig. 12 dargestellt. Beim piezoelektrischen Resonator 61 ist eine Schwingungselektrode 63 in der Mitte der ersten Hauptfläche eines rechteckigen piezoelektrischen Substrats 62 angeordnet, und eine Schwingungselektrode 64 befindet sich in der Mitte der zweiten Hauptfläche. Die Schwingungselektroden 63 und 64 liegen einander durch das dazwischen liegende piezoelektrische Substrat 62 gegenüber.

Außerdem ist die Schwingungselektrode 63 elektrisch mit der entlang der Kante der kurzen Seite des piezoelektrischen Substrats 62 liegenden Ableitelektrode 65 verbunden, und die Schwingungselektrode 64 ist elektrisch mit der entlang der Kante der kurzen Seite der zweiten Hauptfläche des piezoelektrischen Substrats 62 liegenden Ableitelektrode 66 verbunden.

Andererseits sind zwei schwimmende Elektroden 67a und 67b entlang den Längskanten auf der ersten Hauptfläche des piezoelektrischen Substrats 62 angeordnet. Außerdem sind auf der zweiten Hauptfläche des piezoelektrischen Substrats 62 schwimmende Elektroden 67c und 67d so angeordnet, daß sie einander durch das dazwischen liegende piezoelektrische Substrat 62 gegenüberliegen.

Beim piezoelektrischen Resonator 61 bildet der Bereich, in dem die Schwingungselektroden 63 und 64 einander gegenüberliegen, einen Vibrationsbereich, und die dritte Oberwelle im Dickendehnungsschwingungsmodus wird in dem Vibrationsbereich festgehalten. Außerdem breitet sich die Grundwelle außerhalb des in der Mitte liegenden Vibrationsbereichs aus, aber durch mechanische Belastung und piezoelektrische Kurzschlußeffekte der schwimmenden Elektroden 67a bis 67d wird die Vibrationsenergie der Grundwelle von dem Bereich absorbiert, in dem die schwimmenden Elektroden 67a bis 67d angeordnet sind, und dementsprechend wird die Unterdrückung der von der Grundwelle erzeugten unerwünschten Störkomponenten vermutlich erreicht.

Ferner wird in der ungeprüften japanischen Patentveröffentlichung Nr. 9-139651 ein Oberwellen-Quarzoszillator beschrieben, der dazu vorgesehen ist, durch die Verwendung schwimmender Elektroden die Grundwelle zu unterdrücken. Der Quarzoszillator der JP 9-139651 wird unter Bezug auf Fig. 13 erklärt.

Der Quarzoszillator 71 besteht aus einem rechteckigen Quarzkristall 72. Eine Anregungselektrode 73 ist in der Mitte der ersten Hauptfläche des Quarzkristalls 72 angeordnet. Eine weitere Anregungselektrode ist in der Mitte der zweiten Hauptfläche des Quarzkristalls 72 angeordnet. Die auf der zweiten Hauptfläche liegende Anregungselektrode ist so angeordnet, daß sie der auf der ersten Hauptfläche liegenden Anregungselektrode 73 gegenüberliegt. Die Anregungselektrode 73 ist mit der Ableitelektrode 74 verbunden, die um den Endbereich 72a herum an der kurzen Seite des Quarzkristalls 72 angeordnet ist. Die Ableitelektrode 74 ist so um den Endbereich 72a herum angeordnet, daß sie sich über die Endfläche und die erste und zweite Hauptfläche erstreckt.

Außerdem ist die andere Anregungselektrode, die sich in der Mitte der zweiten Hauptfläche des Quarzkristalls 72 befindet, elektrisch mit der Ableitelektrode 75 verbunden, die sich am anderen Endbereich 72b des Quarzkristalls 72 befindet. Die Ableitelektrode 75 ist so am Endbereich 72b angeordnet, daß sie sich über die Endfläche und die erste und zweite Hauptfläche erstreckt.

Entsprechend werden durch das Anlegen einer Wechselspannung an die Ableitelektroden 74 und 75 Oberwellen im Dickendehnungsschwingungsmodus erzeugt. Zusätzlich sind Grundwellenunterdrückungselektroden 76 und 77 entlang der Kanten der kurzen Seiten des Quarzkristalls 72 angeordnet.

ordnet. Die Grundwellenunterdrückungselektroden 76 und 77 erstrecken sich entlang der Kante der langen Seiten auf der ersten und zweiten Hauptfläche des Quarzkristalls 72.

Das heißt, daß die mechanische Dämpfung nur der aus dem Vibrationsbereich abgeleiteten Grundwelle durch die Grundwellenunterdrückungselektroden 76 und 77 zu einer Unterdrückung der Grundwelle führt.

Dennoch werden beim oben genannten, eine Oberwelle im Dickendehnungsmodus nutzenden piezoelektrischen Resonator von der Grundwelle verursachte Störkomponenten nur zu einem gewissen Grad unterdrückt, die Grundwelle kann jedoch nicht vollständig unterdrückt werden.

Zur Lösung der oben dargestellten Probleme sehen die bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung einen piezoelektrischen Resonator vor, der dazu angepaßt ist, die dritte Oberwelle im Dickendehnungsschwingungsmodus zu erzeugen und eine durch die Grundwelle verursachte Störkomponente zu unterdrücken.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht einen piezoelektrischen Resonator vor, der dazu angepaßt ist, die dritte Oberwelle im Dickendehnungsschwingungsmodus zu erzeugen, und der eine piezoelektrische Platte; eine erste und zweite Schwingungselektrode, die partiell auf jeweils der ersten und der zweiten Hauptfläche der piezoelektrischen Platte so angeordnet sind, daß sie getrennt durch die piezoelektrische Platte einander gegenüberliegen; erste und zweite Ableitelektroden, die jeweils mit der ersten und zweiten Schwingungselektrode elektrisch verbunden sind; und eine schwimmende Elektrode, die entlang oder in der Nähe der Kante einer kurzen Seite der piezoelektrischen Platte auf mindestens einer der ersten und zweiten Hauptfläche der piezoelektrischen Platte angeordnet ist, enthält.

Gemäß dem oben beschriebenen piezoelektrischen Resonator, wird, da eine schwimmende Elektrode auf mindestens einer Hauptfläche der piezoelektrischen Platte entlang der Kante der kurzen Seite der piezoelektrischen Platte oder in der Nähe der Kante an dieser entlang angeordnet ist, die Grundwelle von dem Vibrationsbereich leicht zur Elektrode abgeleitet, und die Grundwelle kann durch die Massenbelastung der schwimmenden Last gedämpft werden. Weiterhin kann, da die schwimmende Elektrode entlang der Kante der kurzen Seite der piezoelektrischen Platte oder in der Nähe der Kante an dieser entlang angeordnet ist, der Bereich der schwimmenden Elektrode ohne Benutzung einer größer dimensionierten piezoelektrischen Platte vergrößert werden, und folglich wird die Grundwelle wirksamer gedämpft oder unterdrückt.

Daher können von der Grundwelle erzeugte unerwünschte Störkomponenten wirksam unterdrückt werden, und es ist möglich, einen klein dimensionierten piezoelektrischen Resonator bereitzustellen, in dem eine stabile dritte Oberwelle im Dickendehnungsschwingungsmodus erzeugt werden kann.

Im oben beschriebenen piezoelektrischen Resonator kann eine aus Kunstharz bestehende Dämpfungsschicht vorgesehen sein.

Auch kann ein Gehäusesubstrat auf mindestens eine der ersten oder zweiten Hauptfläche der piezoelektrischen Platte mittels eines isolierenden Klebers so laminiert sein, daß die Vibration des die ersten und zweiten Schwingungselektroden enthaltenden Vibrationsbereichs nicht ver- oder behindert wird.

Gemäß der obigen Struktur wird, da ein Gehäusesubstrat auf mindestens eine Hauptfläche der piezoelektrischen Platte so laminiert ist, daß die Schwingung des die ersten und zweiten Schwingungselektroden enthaltenden Vibrationsbereichs nicht ver- oder behindert wird, das Gehäusesub-

lich wird die um den Vibrationsbereich herum entweichende Grundwelle sogar noch stärker unterdrückt.

In einer bevorzugten Ausführungsform des piezoelektrischen Resonators ist das Verhältnis G/d etwa 0,42 oder kleiner, wobei G die Entfernung zwischen der ersten Schwingungselektrode und der schwimmenden Elektrode oder die Entfernung zwischen der zweiten Schwingungselektrode und der schwimmenden Elektrode und d der Durchmesser der ersten oder der zweiten Schwingungselektrode ist.

Gemäß dem oben beschriebenen piezoelektrischen Resonator kann, wie im oben genannten Ausführungsbeispiel der Erfindung verdeutlicht wird, die entweichende Grundwelle wirksamer unterdrückt werden.

Im oben beschriebenen piezoelektrischen Resonator ist bevorzugt das Verhältnis W/d von etwa 0,5 oder größer erfüllt, wobei W die Länge der schwimmenden Elektrode entlang der kurzen Seite der piezoelektrischen Platte und d der Durchmesser der ersten oder der zweiten Schwingungselektrode ist.

In ähnlicher Weise wird bei dem obigen piezoelektrischen Resonator die Grundwelle sogar noch wirksamer unterdrückt, wie im oben genannten Beispiel der bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung verdeutlicht wird.

Andere Merkmale und Vorzüge der Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung der Erfindung deutlich, die auf die beiliegende Zeichnung Bezug nimmt.

Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht eines piezoelektrischen Resonators gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht eines gegenüber der in Fig. 1 gezeigten bevorzugten Ausführungsform modifizierten piezoelektrischen Resonators.

Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht eines piezoelektrischen Resonators gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 4 ist eine perspektivische Ansicht, die eine Modifikation des piezoelektrischen Resonators gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung zeigt.

Fig. 5 ist eine perspektivische Explosionszeichnung, die einen piezoelektrischen Resonator gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, d. h. ein chipartig ausgebildetes piezoelektrisches Resonatorbauteil, zeigt.

Fig. 6 ist eine ebene Draufsicht, die eine isolierende Klebeschicht zeigt, die auf der ersten Hauptfläche des piezoelektrischen Resonators in der bevorzugten Ausführungsform des in Fig. 5 dargestellten Bauteils vorgesehen ist.

Fig. 7 ist eine perspektivische Explosionszeichnung, die ein chipartiges piezoelektrisches Resonatorbauteil gemäß einer vierten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung zeigt.

Fig. 8 ist eine perspektivische Ansicht, die einen piezoelektrischen Resonator gemäß einer fünften bevorzugten Ausführungsform der Erfindung zeigt.

Fig. 9 zeigt die Beziehung zwischen dem Verhältnis G/d und der in bestimmten Beispielen erzielten Maximalphase der Grundwelle.

Fig. 10 zeigt die Beziehung zwischen dem Verhältnis W/d und der in bestimmten Beispielen erzielten Maximalphase der Grundwelle.

Fig. 11 ist eine ebene Draufsicht zur Erklärung eines herkömmlichen piezoelektrischen Wandlers.

Fig. 12 ist eine perspektivische Ansicht zur Darstellung eines weiteren Beispiels eines piezoelektrischen Resonators; und

Fig. 13 ist eine Draufsicht zur Darstellung noch eines weiteren Beispiels eines bekannten piezoelektrischen Resonators.

elektrischen Resonator gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung zeigt.

Der piezoelektrische Resonator 1 ist bevorzugt ein Energie einfangender Typ, der dazu angepaßt ist, die dritte Oberwelle im Dickendehnungsschwingungsmodus zu erzeugen. Beim piezoelektrischen Resonator 1 wird bevorzugt eine im wesentlichen rechteckige piezoelektrische Platte 2 benutzt. Die piezoelektrische Platte 2 besteht beispielsweise aus piezoelektrischer Keramik, wie z. B. aus leitendem Titanat-Zirkonat, oder aus piezoelektrischem Einkristall, wie Quarz, LiNbO_3 , u. a.. Wenn die piezoelektrische Platte aus einer piezoelektrischen Keramik besteht, wird sie als in Dickenrichtung polarisiert behandelt.

Die erste Schwingungselektrode 3 ist auf der Mitte der ersten Hauptfläche der piezoelektrischen Platte 2 angeordnet. Die zweite Schwingungselektrode 4 ist so auf der zweiten Hauptfläche der piezoelektrischen Platte 2 angeordnet, daß sie der Schwingungselektrode 3 gegenüberliegt und die piezoelektrischen Platte 2 dazwischen angeordnet ist.

Ein Vibrationsbereich ist durch den Bereich, in dem die Schwingungselektroden 3 und 4 einander getrennt durch die piezoelektrische Platte 2 gegenüberliegen, gebildet.

In der ersten bevorzugten Ausführungsform erstreckt sich die Schwingungselektrode 3 vom oben genannten Vibrationsbereich zur Endfläche 2a auf der kurzen Seite der piezoelektrischen Platte 2. Außerdem erstreckt sich die Schwingungselektrode 4 zur anderen Endfläche 2b auf der kurzen Seite der zweiten Hauptfläche der piezoelektrischen Platte 2.

Die Schwingungselektrode 3 und 4 sind jedoch so angeordnet, daß sie den oben genannten Vibrationsbereich bilden. Dementsprechend ist der Ausdehnungsbereich der sich vom Vibrationsbereich zu den Endflächen 2a oder 2b erstreckt, nicht auf die dargestellte Form beschränkt, und seine Breite kann geringer sein als die des Vibrationsbereichs.

Auf der Endfläche 2a ist eine Ableitelektrode 5 vorgesehen. Die Ableitelektrode 5 ist so vorgesehen, daß sie sich nicht nur über die Endfläche 2a sondern auch über die erste Hauptfläche 2c und die zweite Hauptfläche 2d erstreckt, und mit dem Ausdehnungsbereich der oben genannten Schwingungselektrode 3 auf der ersten Hauptfläche 2c elektrisch verbunden ist.

Außerdem ist auf der zweiten Hauptfläche 2d der piezoelektrischen Platte 2 eine Ableitelektrode 6 entlang der Kante der kurzen Seite oder in der Nähe der Endfläche 2b vorgesehen. Der oben erwähnte Ausdehnungsbereich der Schwingungselektrode 4 ist elektrisch mit der Ableitelektrode 6 verbunden.

Daher hat die Schwingungselektrode 5 den sich über die zweite Hauptfläche 2d der piezoelektrischen Platte 2 ausdehnenden Bereich 5a, und die Schwingungselektrode 6 ist auf der zweiten Hauptfläche 2d der piezoelektrischen Platte angeordnet. Dementsprechend kann der piezoelektrische Resonator 1 auf der Oberfläche eines Gehäusesubstrats u. a. angebracht werden, wie in Fig. 1 gezeigt ist.

Andererseits ist auf der Seite der Endfläche 2b eine schwimmende Elektrode 7 entlang der Kante der kurzen Seite der ersten Hauptfläche 2c der piezoelektrischen Platte 2 angebracht. Ferner braucht die schwimmende Elektrode 7 nicht mit der Endfläche in Kontakt zu sein und kann an einer etwas von der Endfläche entfernten Stelle oder in der Nähe der Endfläche angeordnet sein.

Beim piezoelektrischen Resonator 1 führt das Anlegen einer Wechselspannung an die Ableitelektroden 5 und 6 zu einer Dickendehnungsschwingung im Vibrationsbereich, in dem sich die Schwingungselektrode gegenüberliegen, und die Grundwelle wird durch die obige schwimmende Elektrode 7 unterdrückt und die dritte Oberwelle benutzt.

die dritte Oberwelle im Dickendehnungsschwingungsmodus zu erzeugen, ist es erforderlich, daß die Grundwelle leicht aus dem Vibrationsbereich entweichen und die entwichene Grundwelle wirksam gedämpft werden kann, so daß eine wirksame Dämpfung der Grundwelle erreicht werden kann. Beim piezoelektrischen Resonator 1 der ersten bevorzugten Ausführungsform erleichtert die oben genannte, außerhalb des Vibrationsbereichs angebrachte schwimmende Elektrode 7 das Entweichen der Grundwelle aus demselben.

D.h., wenn die schwimmende Elektrode 7 nicht vorgesehen ist, wie z. B. bei der Bauform, bei der sich ein Teil eines Schwingungselektrodenpaars partiell erweitert, wie das beim herkömmlichen, in Fig. 11 gezeigten piezoelektrischen Wandler 51 der Fall ist, wenngleich sich die beiden Schwingungselektroden auch nicht in Dickenrichtung gegenüberstehen, regt das ansteuernde, sich mehr oder weniger zu den vorhandenen Elektroden hin erstreckende elektrische Feld die Grundwelle an und verstärkt somit die Antwort der Grundwelle. Als Folge davon kann die Grundwelle nicht aus dem Vibrationsbereich entweichen.

Im Gegensatz dazu erleichtert in der bevorzugten Ausführungsform die oben genannte, außerhalb des Vibrationsbereichs angeordnete schwimmende Elektrode 7 die Ableitung der Grundwelle aus dem Vibrationsbereich.

Außerdem kann die Grundwelle um so besser aus dem Vibrationsbereich abgeführt werden, je größer die Fläche der schwimmenden Elektrode 7 ist. In dieser bevorzugten Ausführungsform ist die schwimmende Elektrode 7 entlang der Kante der kurzen Seite der piezoelektrischen Platte 2 angeordnet. Daher kann, verglichen mit den jeweils in den Fig. 12 und 13 dargestellten piezoelektrischen Resonatoren 61 und 71, deren schwimmende Elektroden an der langen Seite angeordnet sind, die Fläche der schwimmenden Elektroden vergrößert werden. D. h., bei den piezoelektrischen Resonatoren 61 und 71 sind die schwimmenden Elektroden entlang der Kante der langen Seiten angeordnet, und dementsprechend ist es schwierig schwimmende Elektroden mit einer größeren Fläche entlang den langen Seiten zu bilden, wenn der Vibrationsbereich eine ausreichend große Fläche haben muß.

Andererseits ist beim piezoelektrischen Resonator 1 die schwimmende Elektrode 7 entlang der Kante der kurzen Seite angeordnet, und dementsprechend kann die Länge der schwimmenden Elektrode entlang der langen Seite der piezoelektrischen Platte 2 so weit wie nötig verlängert werden, was zu einer wirksamen Ableitung der Grundwelle aus dem Vibrationsbereich führt.

Da die schwimmende Elektrode 7 entlang der Kante der kurzen Seite der piezoelektrischen Platte 2 angeordnet ist, entweicht die genutzte Hauptwelle außerdem nicht und erreicht nicht den Bereich, in dem die schwimmende Elektrode 7 vorgesehen ist.

Daher wird wegen der von der schwimmenden Elektrode 7 verursachten Massenbelastung die Dämpfung nur bei der entwichenen Grundwelle wirksam, und der dritten Oberwelle wird eine ausreichend große Resonanzantwort ermöglicht.

Daher kann, da die obige Elektrode 7 die abgeleitete Grundwelle durch Massenbelastung unterdrücken kann, das Material, aus dem die schwimmende Elektrode 7 besteht, dasselbe Material sein, wie das, aus dem die Schwingungselektroden 3 und 4 gebildet sind, z. B. Metalle wie Ag, Cu, Ag-Pd u. a., wobei die Materialien nicht beschränkt sind. Dementsprechend wird die schwimmende Elektrode durch denselben Prozeßschritt wie die Schwingungselektroden auf der piezoelektrischen Platte gebildet. Auch kann die schwimmende Elektrode 7 aus Metallmaterialien bestehen,

die Funktion der Massebelastung zu verstärken.

Ferner kann auf der schwimmenden Elektrode 7 bevorzugt eine Dämpfungsschicht vorgesehen sein, die aus Harzen besteht, die bevorzugt weich sind, verglichen mit Metallen. Die Harze, aus denen eine solche Dämpfungsschicht gebildet wird, unterliegen keinen besonderen Einschränkungen, aber die Verwendung von Klebstoffen aus der Epoxid-Gruppe, der Silikongruppe u.ä. ist besonders wünschenswert, da sich die Dämpfungsschicht leichter formen läßt.

Beim piezoelektrischen Resonator 1 wurde die schwimmende Elektrode 7 auf der ersten Hauptfläche 2c der piezoelektrischen Platte 2 angebracht, aber die schwimmende Elektrode kann gemäß den bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung gestalteten piezoelektrischen Resonator verschiedenartig modifiziert werden und ist nicht auf die in Fig. 1 gezeigten Anordnung beschränkt.

Wie z. B. in Fig. 2 gezeigt ist, kann eine schwimmende Elektrode 7A auf der zweiten Hauptfläche 2d der piezoelektrischen Platte 2 vorgesehen sein. In diesem Fall ist die schwimmende Elektrode 7A auf der zweiten Hauptfläche der piezoelektrischen Platte 2 entlang der Kante der Endfläche 2a und der zweiten Hauptfläche 2d angebracht. Dementsprechend befindet sich die Ableitelektrode 5 nur auf der ersten Hauptfläche 2c der piezoelektrischen Platte 2 und zwar so, daß sie sich nicht über die Endfläche 2a und die zweite Hauptfläche 2d erstreckt.

Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht eines piezoelektrischen Resonators gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung.

Beim piezoelektrischen Resonator 11 ist eine schwimmende Elektrode 17 auf der ersten Hauptfläche 2c der piezoelektrischen Platte 2 fast in der Mitte der Kante der kurzen Seite angeordnet. D.h., die schwimmende Elektrode 17 ist so angeordnet, daß sie sich nicht zur Kante der langen Seite hin erstreckt. Eine im wesentlichen kreisrunde Schwingungselektrode 3 ist in der Mitte der ersten Hauptfläche 2c der piezoelektrischen Platte 2 angeordnet. Auf der zweiten Hauptfläche 2d ist eine im wesentlichen kreisrunde Schwingungselektrode 4 gegenüber der Schwingungselektrode 3 angeordnet.

Die Schwingungselektrode 3 ist über einen leitenden Verbindungsbereich 12 mit einer Ableitelektrode 5 verbunden. Die Ableitelektrode 5 ist so angeordnet, daß sie eine Endfläche 2a der piezoelektrischen Platte 2 abdeckt und sich über die erste Hauptfläche 2c und die zweite Hauptfläche 2d erstreckt.

Andererseits ist die Schwingungselektrode 4 auf der zweiten Hauptfläche 2d der piezoelektrischen Platte 2 über einen leitenden Verbindungsbereich 13 mit der Ableitelektrode 6 elektrisch verbunden. Die Ableitelektrode 6 ist auf der zweiten Hauptfläche 2d der piezoelektrischen Platte entlang der Kante der kurzen Seite vorgesehen. Zusätzlich ist ein Teil der Ableitelektrode 6 so angeordnet, daß er sich über die Endfläche 2b und die erste Hauptfläche 2c der piezoelektrischen Platte 2 erstreckt. Tatsächlich ist die Fläche, über die sich die Ableitelektrode 6a und 6b erstrecken, so angeordnet, daß sie über die Endfläche 2b und die erste Hauptfläche 2c geht, und zwar so, daß sie mit der schwimmenden Elektrode 17 nicht elektrisch verbunden ist.

Bei dieser bevorzugten Ausführungsform erstrecken sich die Elektrodenbereiche 6a und 6b der Ableitelektrode 6 über die erste Hauptfläche 2c. Dementsprechend kann die piezoelektrische Platte 2 auf einem Gehäusesubstrat auf seiner ersten Hauptfläche 2c befestigt werden.

In der zweiten bevorzugten Ausführungsform kann, da die schwimmende Elektrode 17 entlang der Kante der kurzen Seite der piezoelektrischen Platte 2 angeordnet ist, die

der langen Seite der piezoelektrischen Platte 2 vergrößert werden. Folglich kann die Ableitung der Grundwelle auf die gleiche Weise verstärkt werden, wie beim piezoelektrischen Resonator 1, und die entwichene Grundwelle kann von der Massebelastung der schwimmenden Elektrode 17 wirksam unterdrückt werden.

Fig. 4 ist eine perspektivische Ansicht eines modifizierten piezoelektrischen Resonators 11. Bei diesem piezoelektrischen Resonator 18 ist die auf der zweiten Hauptfläche der piezoelektrischen Platte 2 vorgesehene Ableitelektrode 6 durch einen sich jeweils auf den Seitenflächen 2e und 2f der piezoelektrischen Platte 2 erstreckenden Elektrodenbereich 6c und 6d mit dem Elektrodenbereich 6a und 6b verbunden.

Bezüglich der anderen Punkte ist der piezoelektrische Resonator genauso aufgebaut wie der piezoelektrische Resonator 11. Folglich ist es möglich, die Grundwelle mit der schwimmenden Elektrode 17 zu unterdrücken.

Fig. 5 ist eine perspektivische Explosionsansicht zur Erläuterung eines piezoelektrischen Resonators gemäß der dritten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung.

Der piezoelektrische Resonator gemäß der dritten bevorzugten Ausführungsform ist ein chipartiges Resonatorbauteil, das aus dem piezoelektrischen Resonator 1 der in Fig. 1 gezeigten bevorzugten Ausführungsform besteht.

Das heißt, daß in Fig. 5 gezeigte Gehäusesubstrate 21 und 22 auf die erste und zweite Hauptfläche des piezoelektrischen Resonators 1 laminiert sind, so daß ein montierbares, chipartiges piezoelektrisches Resonatorbauteil hergestellt wird. Das Gehäusesubstrat 21 besteht aus isolierender Keramik, wie Aluminiumoxid, oder anderen isolierenden Materialien, wie z. B. aus geeigneten Kunstharzen. Das Gehäusesubstrat ist eine im wesentlichen rechteckige Platte und hat eine Aussparung 21a auf seiner zweiten Hauptfläche. Die Aussparung 21a bildet eine Öffnung, die eine freie und unbehinderte Vibration des aus den Schwingungselektrode 3 und 4 bestehenden Vibrationsbereichs gestattet.

Das Gehäusesubstrat 22 ist, genauso wie das Gehäusesubstrat 21, aus geeignetem Isoliermaterial gebildet.

Das Gehäusesubstrat 22 ist ebenfalls eine nahezu rechteckige Platte. Auf der ersten Hauptfläche des Gehäusesubstrats 22 ist eine Aussparung 22a vorgesehen. Die Aussparung 22a ist so vorgesehen, daß sie, wie die Aussparung 21a, eine Öffnung bildet, die eine freie Vibration des Vibrationsbereichs des piezoelektrischen Resonators 1 gestattet.

Anschlußelektroden 23a bis 23c sind so angeordnet, daß sie sich von der zweiten Hauptfläche zu einem Bereich auf der Seitenfläche des Gehäusesubstrats 22 hin erstrecken. Die Anschlußelektroden 23a bis 23c sind dafür vorgesehen, das chipartige piezoelektrische Resonatorbauteil der bevorzugten Ausführungsform bei der Installation auf der gedruckten Schaltungsplatte elektrisch mit den Elektrodenanschlüssen an der gedruckten Schaltungsplatte zu verbinden.

Die Anschlußelektroden 23a und 23c sind mit den auf der ersten Hauptfläche des Gehäusesubstrats 22 vorgesehenen leitenden Klebemitteln 24a und 24b oder 24c und 24d durch als Durchgangslöcher ausgeführte, innerhalb des Gehäusesubstrats 22 angeordnete, leitende Bahnen u. a. verbunden. Ferner können anstelle der leitenden Klebemittel leitende Verbindungsmittel, wie Lötmetall, verwendet werden.

Wenn die Gehäusesubstrate 21 und 22 mit der ersten und zweiten Hauptfläche des piezoelektrischen Resonators 1 verbunden werden, wird auf die erste und zweite Hauptfläche des piezoelektrischen Resonators isolierender Kleber aufgetragen. Das Auftragen des isolierenden Klebers wird unter Bezug auf Fig. 6 erläutert.

Wie in Fig. 6 gezeigt ist, wird der isolierende Kleber 25 außer auf den Vibrationsbereich und den ihn unmittelbar umgebenden Bereich auf den leitenden Abschluß der ersten

Hauptfläche des piezoelektrischen Resonators 1 aufgetragen. In Fig. 6 hat der Bereich 1a, auf den der isolierende Kleber nicht aufgetragen ist, eine im wesentlichen rechteckige Form, aber die Form dieses Bereichs ist nicht auf die im wesentlichen rechteckige Form begrenzt und kann anders gestaltet sein.

Auf der zweiten Hauptfläche des piezoelektrischen Resonators wird ein isolierender Kleber in ähnlicher Weise verwendet.

Danach werden die in Fig. 5 gezeigten Gehäusesubstrate 21 und 22 auf die erste und zweite Hauptfläche des piezoelektrischen Resonators aufgebracht. In diesem Fall wird der isolierende Kleber auf der Seite der zweiten Hauptfläche des piezoelektrischen Resonators 1 von den leitenden Klebern 24a bis 24d gepreßt und zurückgedrängt, und die leitenden Kleber 24a und 24b sind mit der Ableitelektrode 6 und die leitenden Kleber 24c und 24d mit der Ableitelektrode 5 verbunden. Auf diese Weise sind die Ableitelektrode und die leitenden Kleber elektrisch miteinander verbunden.

Ebenso werden die Gehäusesubstrate 25 und 26 auf den piezoelektrischen Resonator 1 aufgebracht, und der Vibrationsbereich wird von dem auf die erste und zweite Hauptfläche des piezoelektrischen Resonators aufgetragenen isolierenden Kleber 25 umschlossen.

In gleicher Weise wird auch die schwimmende Elektrode 7 von dem oben genannten Kleber 25 umschlossen.

Folglich werden ein Kurzschluß der schwimmenden Elektrode 7 mit den Schwingungselektroden 3 und 4 und andere Schäden wirksam verhindert.

Da der oben genannte isolierende Kleber 25 auf der schwimmenden Elektrode 7 vorgesehen ist, kann er zusätzlich als Dämpfungsschicht wirken.

Dementsprechend kann die abgeleitete Grundwelle durch den oben genannten isolierenden Kleber 25 weiter unterdrückt werden.

Obwohl eine gewisse Dämpfung der entwichenen Grundwelle auch ohne die oben genannte schwimmende Elektrode 7 möglich ist, sieht die Erfindung in der bevorzugten Ausführung die oben genannte schwimmende Elektrode 7 vor, da sie die Grundwelle besser dämpft. Somit wird die Grundwelle an einer vom Vibrationsbereich weiter entfernt liegenden Stelle wirksamer unterdrückt.

Fig. 7 ist eine perspektivische Explosionsansicht zur Erläuterung eines chipartigen piezoelektrischen Resonatorbauteils gemäß der vierten Ausführungsform der Erfindung.

In dieser bevorzugten Ausführungsform sind Gehäusesubstrate 31 und 32 auf die erste und zweite Hauptfläche des in Fig. 4 gezeigten piezoelektrischen Resonators laminiert.

Die Gehäusesubstrate 31 und 32 bestehen aus geeigneten isolierenden Materialien, wie das auch bei dem oben erwähnten Gehäusesubstrat 21 der Fall ist, und ein Aussparungsbereich 31a und ein im wesentlichen rechteckiger Aussparungsbereich 32a sind jeweils auf der zweiten und auf der ersten Hauptfläche des Gehäusesubstrats 31 vorgesehen.

Ebenso sind Anschlußelektroden 33a bis 33c so angeordnet, daß sie sich über die Seitenflächen 31b und 31c und die erste Hauptfläche 31d des Gehäusesubstrats 31 erstrecken. Anschlußelektroden 34a bis 34c sind so angeordnet, daß sie sich über die Seitenflächen 32b und 32c und die zweite Hauptfläche 32c des Gehäusesubstrats 32 erstrecken. Diese Anschlußelektroden 33a bis 33c und 34a bis 34c werden durch Verdampfen, Metallisieren, Sputtern u. a. Methoden hergestellt, nachdem die Gehäusesubstrate 31 und 32 auf die erste und zweite Hauptfläche des piezoelektrischen Resonators 18 laminiert worden sind. Tatsächlich sind die Anschlußelektroden 33a bis 33c und 34a bis 34c jeweils auf jedem der Gehäusesubstrate 31 und 32 angeordnet, und sie

ner leitenden Paste nach der Lamination elektrisch verbunden werden.

Durch die Verwendung dielektrischer Substrate für die oben genannten Gehäusesubstrate 31 und 32 werden Kondensatoren zwischen den oben genannten Anschlußelektroden 33b und 34, den Elektroden 33a und 34a und den Elektroden 33c und 34c gebildet, und dadurch kann ein piezoelektrischer Oszillator mit integrierten Kapazitäten gebildet werden.

Fig. 8 ist eine perspektivische Ansicht zur Erläuterung eines piezoelektrischen Resonators, der in einem chipförmigen piezoelektrischen Resonatorbauteil gemäß der fünften bevorzugten Ausführungsform der Erfindung verwendet wird.

Dieser piezoelektrische Resonator 41 ist grundsätzlich genauso aufgebaut, wie der in Fig. 4 dargestellte piezoelektrische Resonator 18. D.h., die Schwingungselektroden 3 und 4 liegen jeweils etwa in der Mitte der ersten Hauptfläche 2c und der zweiten Hauptfläche 2d der piezoelektrischen Platte 2, und die schwimmende Elektrode 17 ist entlang der Kante der kurzen Seite der ersten Hauptfläche angeordnet. Tatsächlich sind in der fünften bevorzugten Ausführung der Durchmesser d der oben genannten Schwingungselektroden 3 und 4, der Abstand G zwischen der schwimmenden Elektrode 17 und der Schwingungselektrode 3 und die Länge W der schwimmenden Elektrode 17 entlang der kurzen Seite der piezoelektrischen Platte so bestimmt, daß sie folgende Beziehungen erfüllen:

$$G/d \leq 0,42$$

$$W/d \geq 0,5.$$

Zusätzlich bildet die fünfte bevorzugte Ausführungsform, genauso wie die vierte bevorzugte Ausführungsform, ein chipartiges piezoelektrisches Resonatorbauteil, bei dem Gehäusesubstrate 31 und 32 auf die erste und zweite Hauptfläche laminiert werden, wobei das Verhältnis G/d zu 0,42 oder weniger und das Verhältnis W/d zu 0,5 oder mehr festgelegt sind. Die Gründe für die wirksamere Unterdrückung der Grundwelle werden mit Bezug auf die Fig. 9 und 10 anhand spezieller Beispiele erläutert.

Ein Muster eines piezoelektrischen Resonators 41 wurde hergestellt unter Verwendung einer piezoelektrischen Platte, die etwa die Abmessungen $3,7 \times 3,1 \times 0,38$ mm hatte und aus Keramik (Bleitanat) bestand. In diesem Fall wurden eine Vielzahl piezoelektrischer Resonatoren hergestellt, bei denen der Durchmesser der Schwingungselektroden zu etwa 1,2 mm festgesetzt und das Verhältnis G/d oder W/D vielfach variiert wurde. Für die so hergestellten Resonatoren ist die Beziehung zwischen dem Verhältnis G/d und der Maximalphase der Grundwelle in Fig. 9 als durchgezogene Linie (A) und die Beziehung zwischen dem Verhältnis W/d und der Maximalphase der Grundwelle als durchgezogene Linie (D) in Fig. 10 dargestellt.

Ebenso wurden auch die chipartigen Resonatorbauteile gemäß der fünften bevorzugten Ausführungsform unter Benutzung des oben erwähnten piezoelektrischen Resonators 41 angefertigt, und die Beziehung zwischen dem Verhältnis G/d und der Maximalphase der Grundwelle und die Beziehung zwischen dem Verhältnis W/d und der Maximalphase der Grundwelle wurden in den Fig. 9 und 10 jeweils durch die gestrichelten Linien (B) und (E) dargestellt. Beim Zusammenbau der oben genannten chipartigen piezoelektrischen Resonatorbauteile wurde ferner eine etwa 6 Mikrometer dicke Epoxidkunstharzschicht als isolierender Kleber verwendet, und die schwimmende Elektrode 17 wurde von

Ferner wurden zum Vergleich, mit der Ausnahme, daß die oben erwähnte schwimmende Elektrode 17 elektrisch mit der auf der zweiten Hauptfläche vorgesehenen Ableitelektrode 6 verbunden ist, das chipartige piezoelektrische Resonatorbauteil genauso aufgebaut, wie die chipartigen Resonatorbauteile der bevorzugten Ausführungsform, die die oben genannte schwimmenden Elektrode 17 beinhalten. Bei diesen Vergleichsbeispielen ist die Beziehung zwischen dem Verhältnis G/d und der Maximalphase der Grundwelle und zwischen dem Verhältnis W/d und der Maximalphase der Grundwelle jeweils durch die Linien C und F ausgedrückt.

Wie man aus den Fig. 9 und 10 deutlich ersehen kann, erreichen, wenn das Verhältnis G/d etwa 0,42 oder kleiner ist, die chipartigen piezoelektrischen Resonatorbauteile gemäß der bevorzugten Ausführungsform, bei der der piezoelektrische Resonator mit der oben erwähnten schwimmenden Elektrode 17 verwendet wird, 72 Grad oder weniger bei der Maximalphase der Grundwelle und, wenn das Verhältnis W/d etwa 0,5 und mehr beträgt, 70 Grad oder weniger bei der Maximalphase der Grundwelle.

Im Gegensatz dazu ergibt sich bei den zu Vergleichszwecken hergestellten chipartigen piezoelektrischen Resonatorbauteilen, daß die Maximalphase der Grundwelle bedeutend größer als bei den entsprechenden bevorzugten Ausführungsformen ist, auch wenn sowohl das Verhältnis G/d als auch das Verhältnis W/d verändert werden.

Ferner muß sich in der ersten bevorzugten Ausführungsform, in der zweiten bevorzugten Ausführungsform und in den oben genannten Modifikationen die schwimmende Elektrode nicht notwendigerweise entlang der Kante der kurzen Seite ausdehnen, und sie kann in der Nähe dieser Kante angeordnet sein.

Während die Erfindung im einzelnen dargestellt und mit Bezug auf bevorzugte Ausführungsformen beschrieben wurde, wird der Fachmann verstehen, daß Weiterentwicklungen und andere Änderungen der Form und Details im Umfang der durch die beiliegenden Patentansprüche definierten Erfindung möglich sind.

Patentansprüche

1. Piezoelektrischer Resonator, der dazu angepaßt ist, eine dritte Oberwelle im Dickendehnungsschwingungsmodus zu erzeugen und gekennzeichnet ist durch:
 - eine piezoelektrische Platte (2), die eine erste und eine zweite Hauptfläche (2c, 2d) hat;
 - eine erste und zweite Schwingungselektrode (3, 4), die partiell auf jeweils der ersten und der zweiten Hauptfläche (2c, 2d) der piezoelektrischen Platte so angeordnet sind, daß sie durch die piezoelektrische Platte (2) einander gegenüberliegen;
 - erste und zweite Ableitelektroden (5, 6), die jeweils mit der ersten und zweiten Schwingungselektrode (3, 4) elektrisch verbunden sind; und
 - mindestens eine schwimmende Elektrode (7, 7A; 17), die entlang oder in der Nähe der Kante einer kurzen Seite (2b) der piezoelektrischen Platte (2) auf mindestens einer der ersten und zweiten Hauptfläche (2c, 2d) der piezoelektrischen Platte (2) angeordnet ist.
2. Piezoelektrischer Resonator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf der mindestens einen schwimmenden Elektrode (7, 7A; 17) eine Dämpfungsschicht aus Kunstharz vorgesehen ist.
3. Piezoelektrischer Resonator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Gehäusesubstrat

Hauptfläche (2c, 2d) der piezoelektrischen Platte (2) mittels eines isolierenden Klebers (25) so laminiert ist, daß ein die erste und zweite Schwingungselektrode (3, 4) enthaltend er Vibrationsbereich frei und unbehindert vibrieren kann.

4. Piezoelektrischer Resonator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Verhältnis G/d etwa 0,42 oder kleiner ist, wobei G die Entfernung zwischen der ersten Schwingungselektrode (3) und der wenigstens einen schwimmenden Elektrode (7, 7A; 17) oder die Entfernung zwischen der zweiten Schwingungselektrode (4) und der mindestens einen schwimmenden Elektrode (7, 7A; 17) und d der Durchmesser der ersten oder der zweiten Schwingungselektrode (3, 4) ist.

5. Piezoelektrischer Resonator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Verhältnis W/d etwa 0,5 oder größer ist, wobei W die Länge der mindestens einen schwimmenden Elektrode (7, 7A; 17) entlang der kurzen Seite (2b) der piezoelektrischen Platte (2) und d der Durchmesser der ersten oder der zweiten Schwingungselektrode (3, 4) ist.

6. Piezoelektrischer Resonator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine schwimmende Elektrode (7, 7A) eine erste schwimmende Elektrode ist und an der Kante der ersten kurzen Seite (2b) der piezoelektrischen Platte (2) angeordnet ist, wobei der piezoelektrische Resonator weiterhin eine zweite schwimmende Elektrode (7A) umfaßt, die an der Kante der zweiten kurzen Seite (2a) der piezoelektrischen Platte (2) angeordnet ist.

7. Piezoelektrischer Resonator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine schwimmende Elektrode (7, 7A; 17) aus dem gleichen Material wie die ersten und zweiten Schwingungselektroden (3, 4) besteht.

8. Piezoelektrischer Resonator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine schwimmende Elektrode (17) von beiden Längskanten (2c, 2d) der piezoelektrischen Platte (2) beabstandet ist.

9. Piezoelektrischer Resonator nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine der ersten und zweiten Ableitelektroden zwei separate Ausdehnungsbe- reiche (6a, 6b) hat, die auf jeder Seite der wenigstens einen schwimmenden Elektrode (17) angeordnet sind.

10. Piezoelektrischer Resonator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und zweite Schwingungselektrode (3, 4) im wesentlichen kreisförmig sind.

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

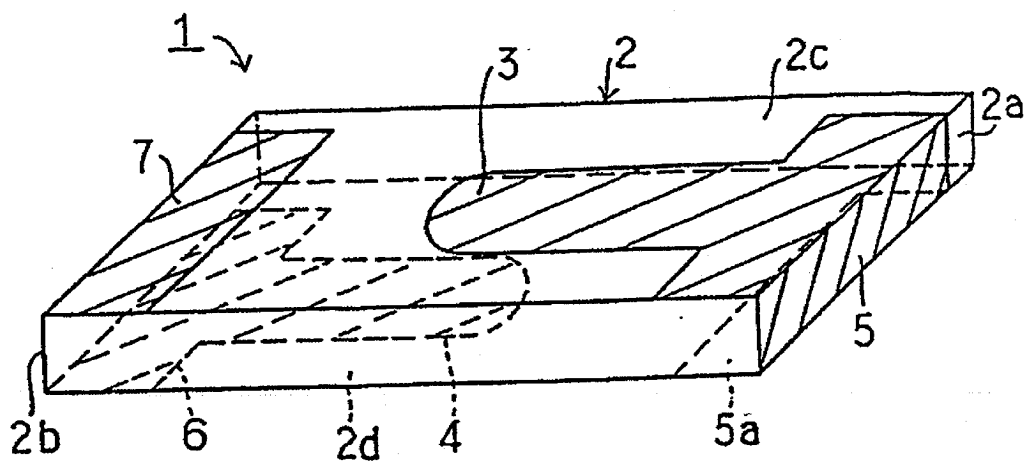


Fig. 1

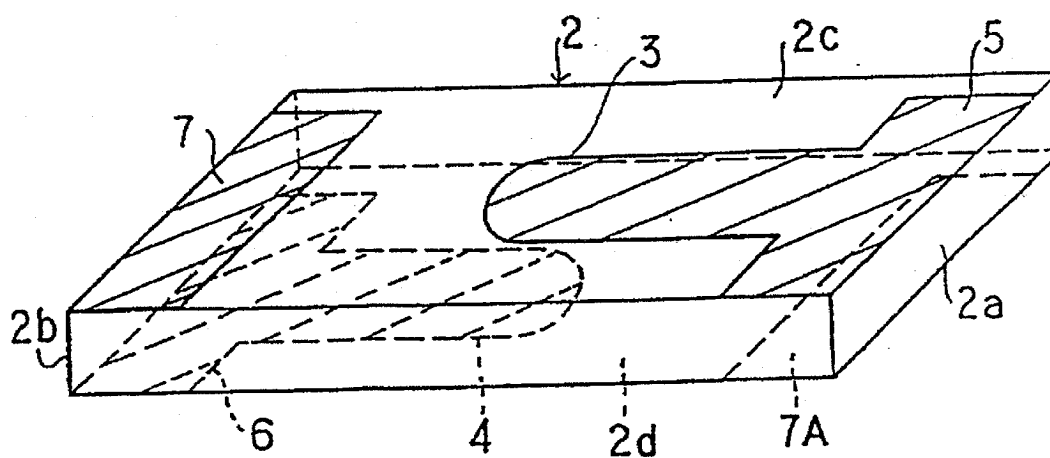


Fig. 2

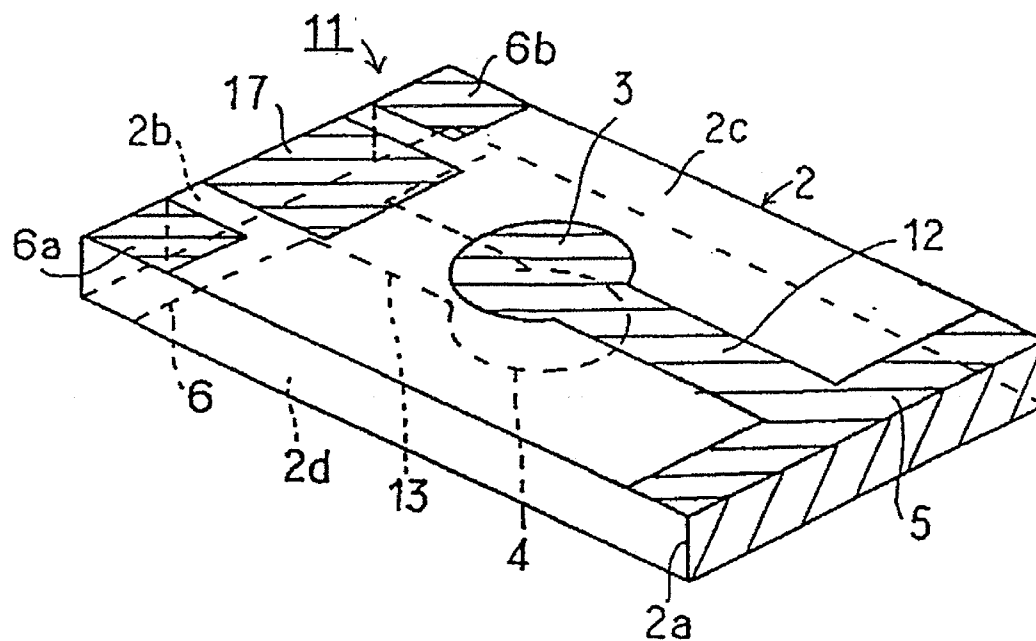


Fig. 3

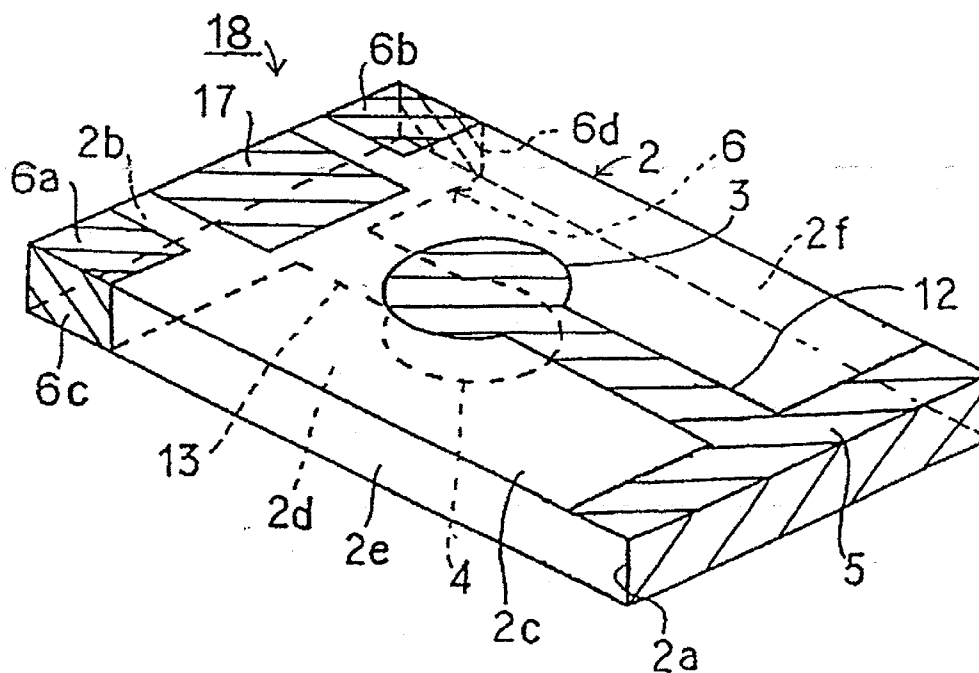


Fig. 4

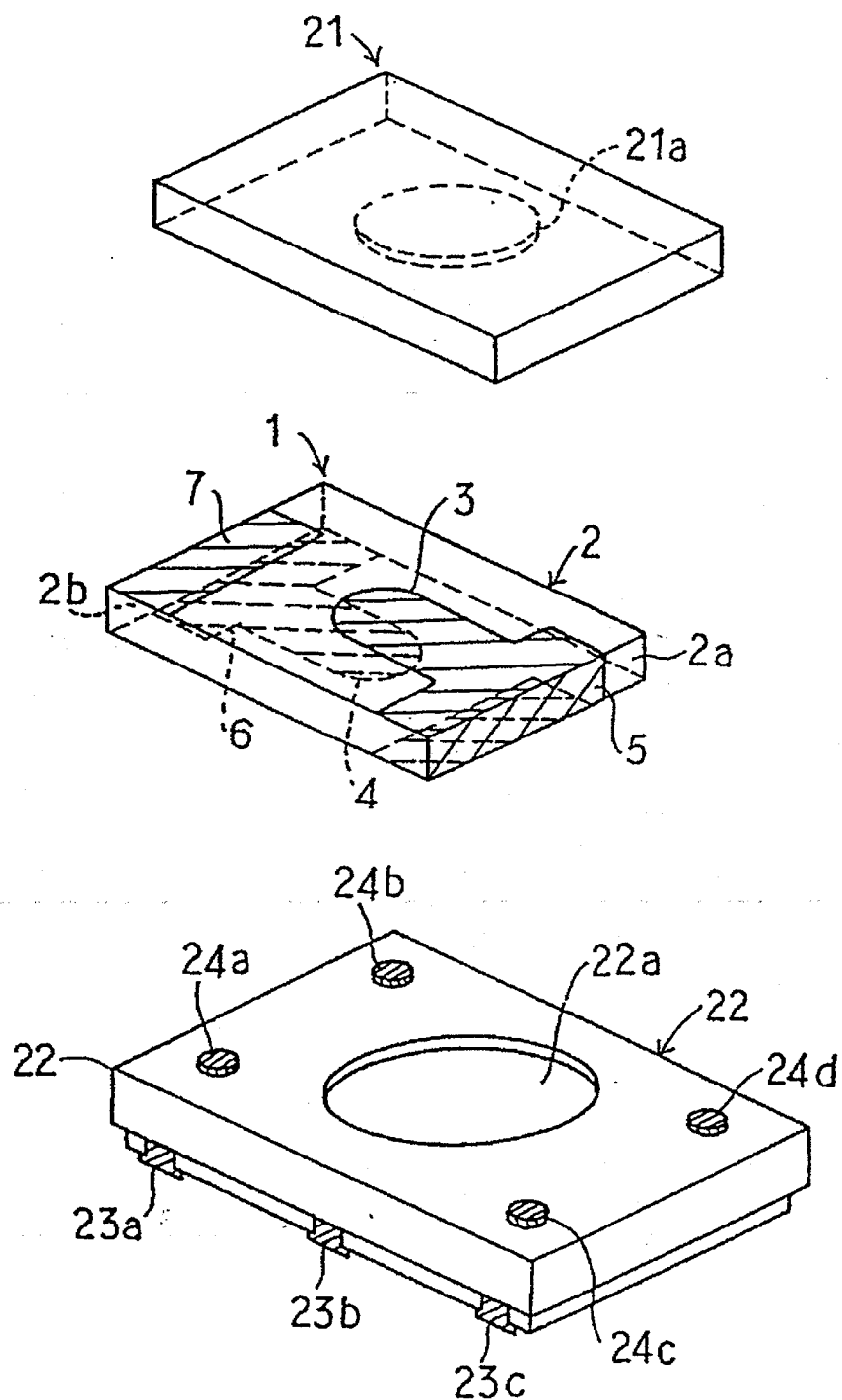


Fig. 5

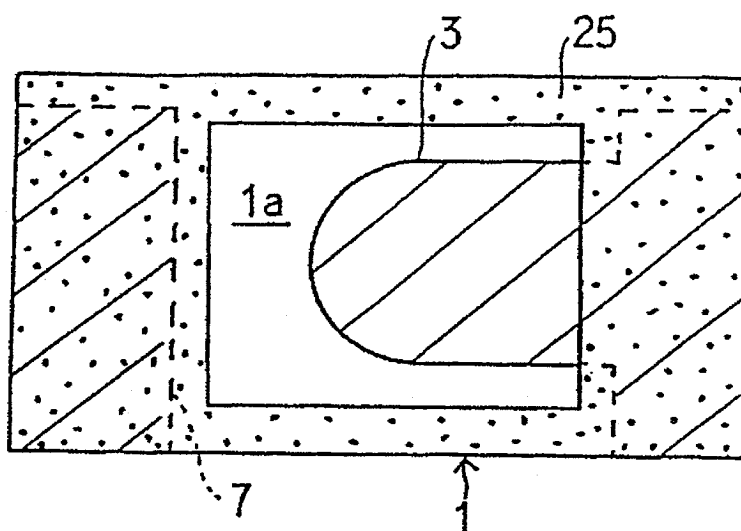


Fig. 6

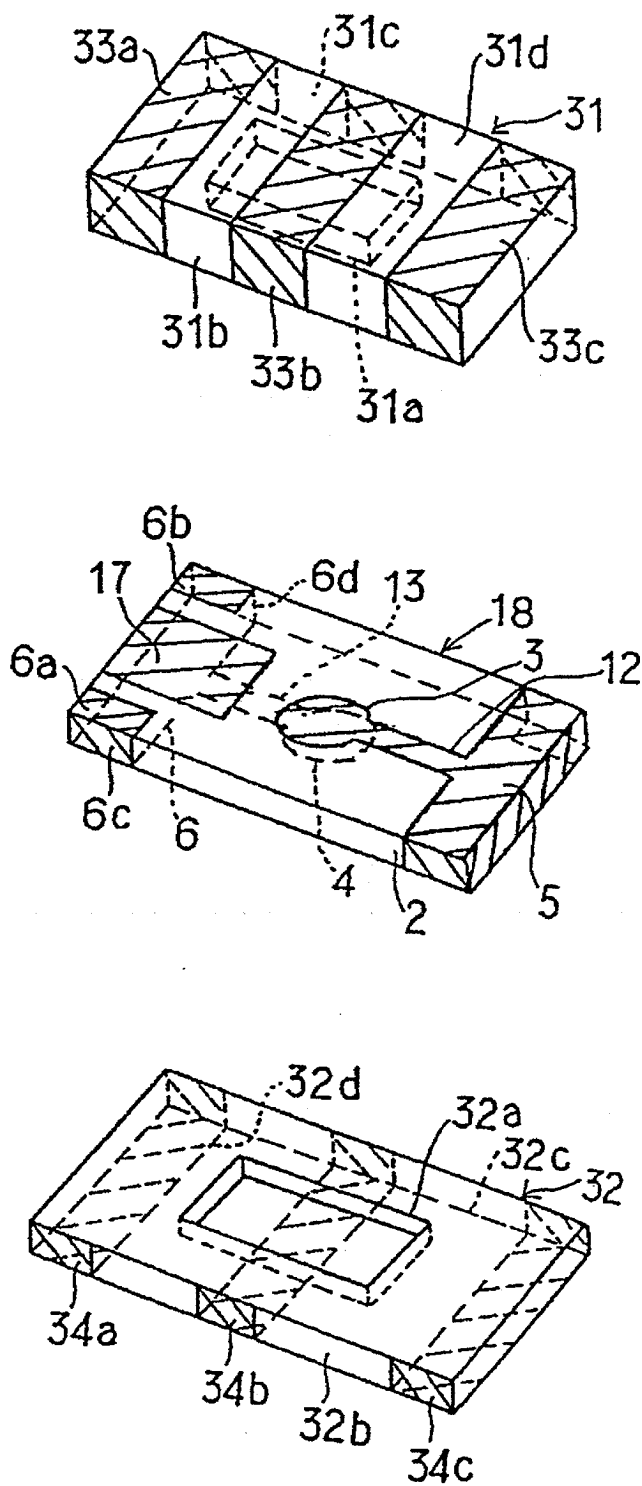


Fig. 7

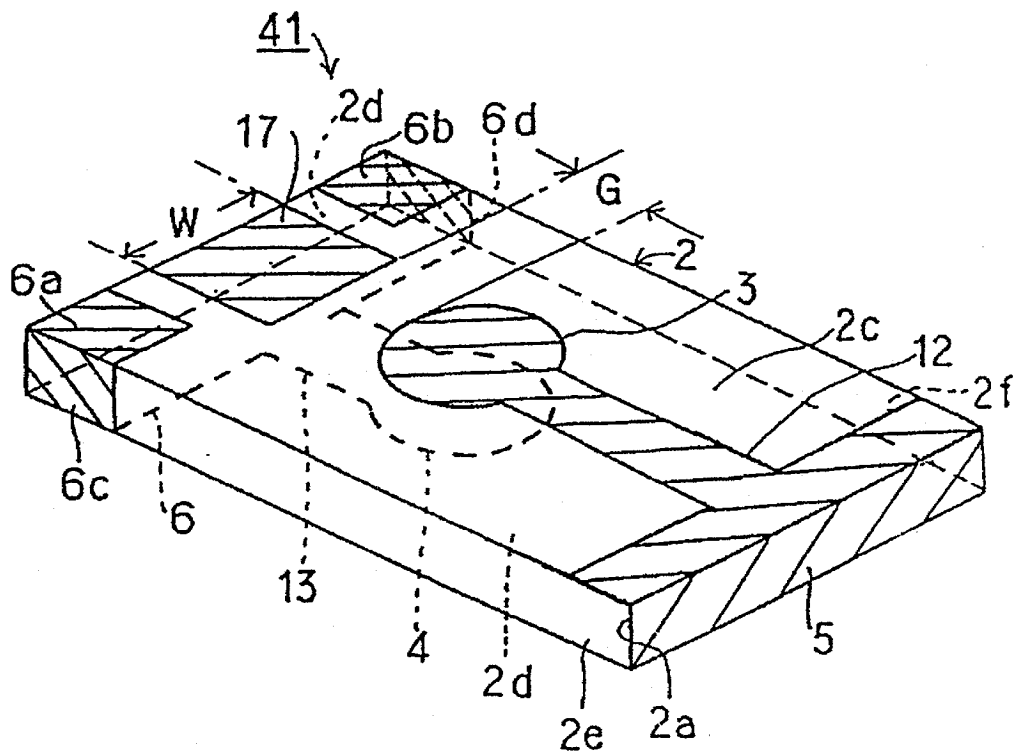
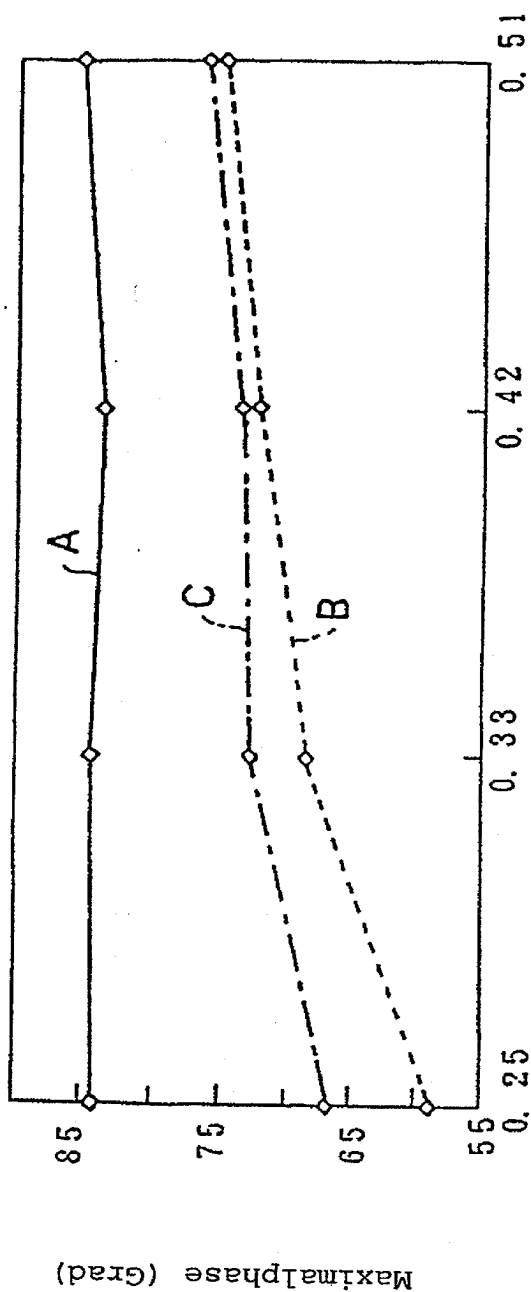


Fig. 8



Verhältnis G/d

Fig. 9

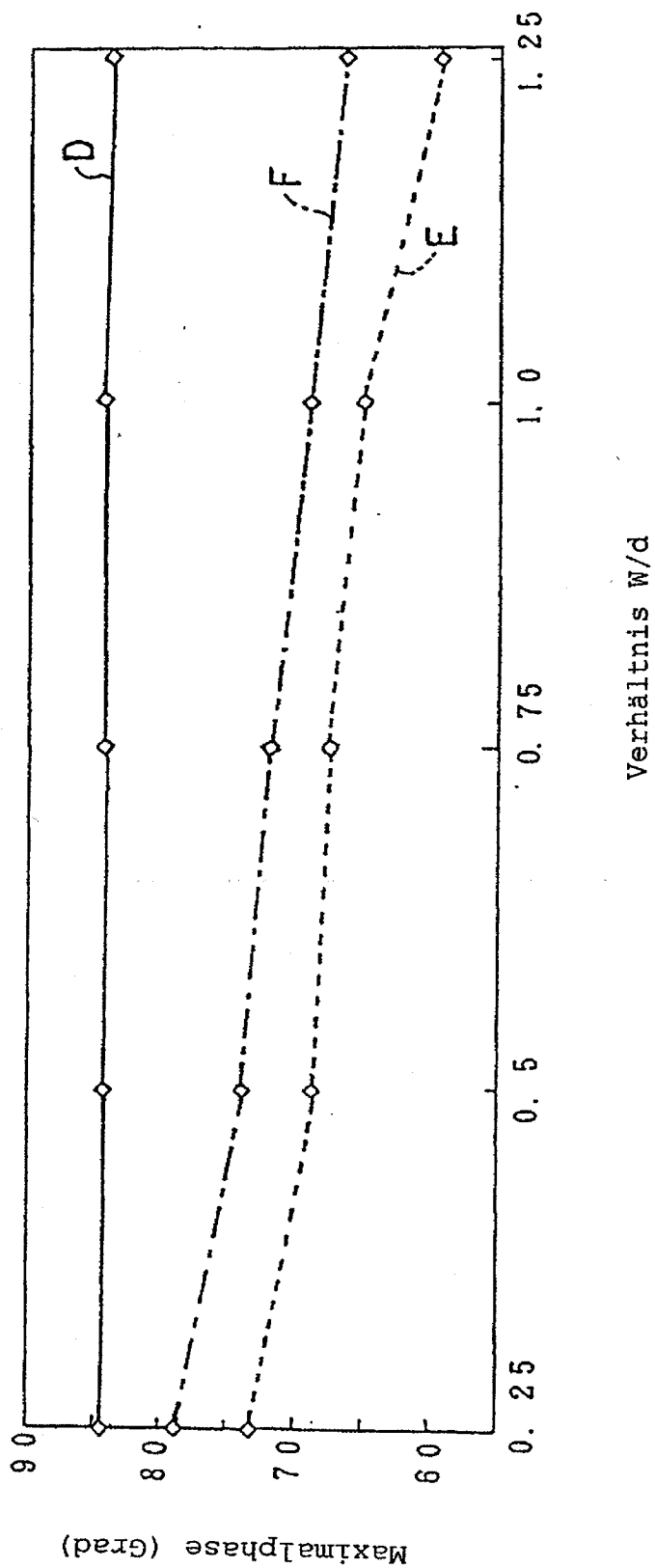


Fig. 10

Stand der Technik

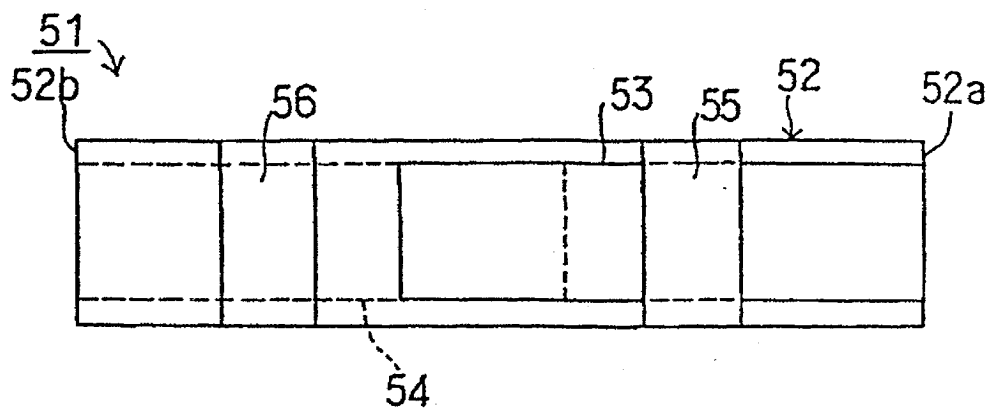


Fig. 11

Stand der Technik

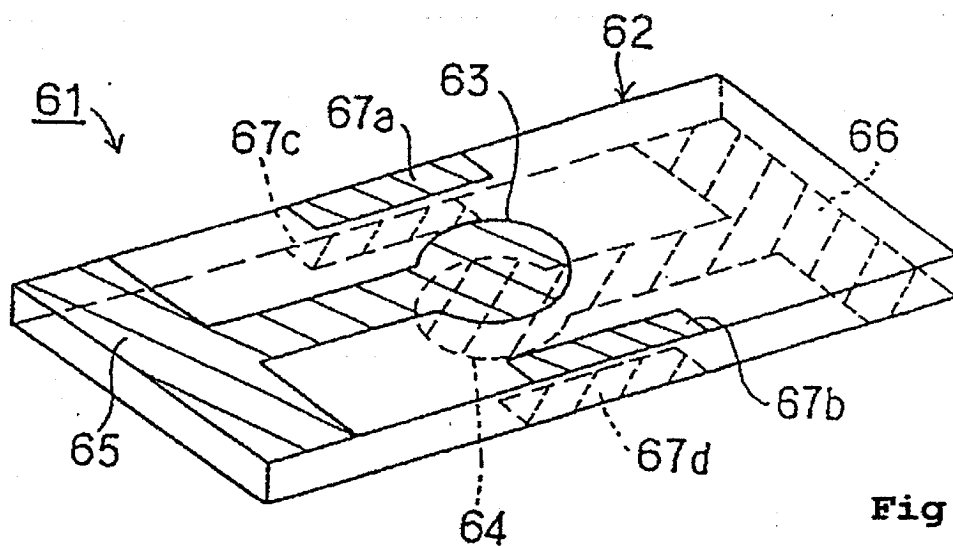


Fig. 12

Stand der Technik

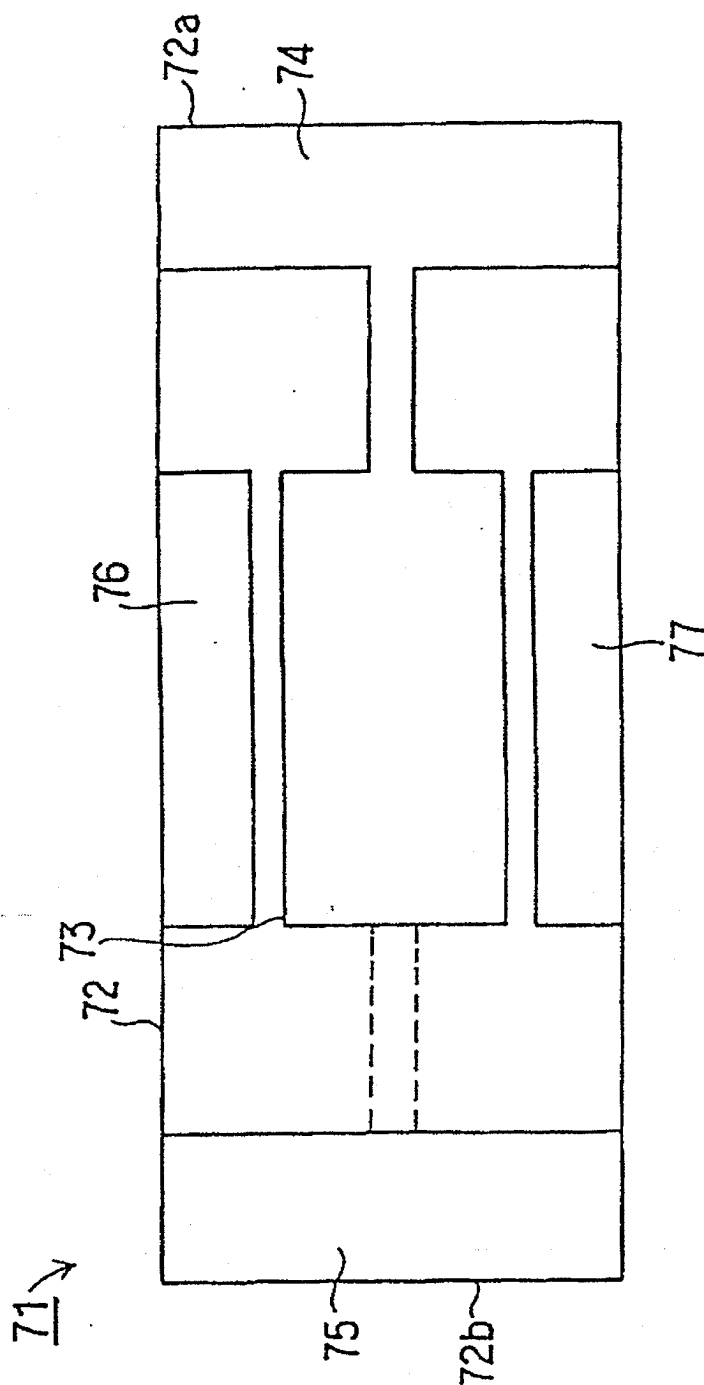


Fig. 13